云 南 植 物 研 究　1997; **19** (1): 75～78
Acta Botanica Yunnanica

中国蕨科植物的孢子形态*

程治英　武素功
(中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204)

摘要　中国蕨科 9 属 21 种孢子形态的 SEM 观察结果表明：孢壁纹饰是一个稳定的遗传性状，不受植株分布地区、海拔高度、孢子成熟度以及植株叶片的局部变异的影响。属间孢壁纹饰差异显著，为本科分类提供了孢子形态的依据。孢粉学上区分的类型与植物形态上划分的属相一致。*Leptolepidium* Hsing et S K Wu 具有明显的孢壁纹饰特征，从孢粉学角度看划分为一独立属是成立的。本文还讨论了中国蕨科 9 属间可能的进化路线。

关键词　孢子形态，中国蕨科，分类

SPORE MORPHOLOGY IN THE SINOPTERIDACEAE

Cheng Zhiying, Wu Sugong
(*Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences,* Kunming 650204)

Abstract　The surface ornamentation of sporoderm has been studied under SEM in 21 species of 9 genera of Sinopteridaceae. Sporoderm ornamentation is a stable genetic character. The characters of the ornamentation of genera vary remarkbly. Thus, the palynological evidence for the taxonomy of the family may be provided. These types are in keeping with the sections which are divided morphologically by Wu Shiew-hung and Ching Ren-chang (1991). We provide useful and palynological data for *Leptolepidium* Hsing et S. K. Wu. The paper also discusses the phylogenetic tree of Sinopteridaceae.

Key words　Spore morphology, Sinopteridaceae, Taxonomy

中国蕨科(Sinopteridaceae)是小泉源一(Koidzumi)1934 年建立的，当时只包括 1 属，即中国蕨属(*Sinopteris*)。1940 年秦仁昌将原属凤尾蕨科的碎米蕨群（Cheilanthoid）各属改隶本科，这样中国蕨科就含有 13 属，并为一些蕨类植物学家所接受。但迄今为止，对于科的界限仍有不同意见：如 1963 年 Pichisermolli 将 *Cryptogramma, Onychium* 和 *Llavea* 从本科中分出建立了 Cryptogrammaceae。1970 年 Nayar 建立了 Cheilathaceae。本科所含一些属的界限也是有争论的。

本科的现代分布中心在美洲，尤其是南美洲集中了 80%以上的种类。对于本科的孢子形态，美洲的蕨类植物学家曾做过许多研究。而中国所产的种，迄今只有光学镜下的观察。我们这次用 SEM 技术，观察了中国蕨科 9 属 21 种的孢子形态，其中绝大多数是首次报道。

---

* 中日合作研究项目经费资助

1996-03-29 收稿，1996-10-03 接受发表

1 材料与方法

供试材料中国蕨科9属21种孢子的凭证标本，除黑心蕨属（*Dorypteris*）和隐囊蕨属（*Notholaena*）存放在昆明植物研究所标本室外，其余取自东京大学附属的小石川植物园的腊叶标本。将干燥孢子直接均匀的撒在铜制标本托上的双面胶纸上，在JFC-1100型上喷镀一层很薄的金膜，置于JSM-820型扫描电镜下观察并照相。5～10 kV，照片放大倍数为1 660～5 000 X。

2 结果与讨论

中国蕨科为中生或旱生中小型植物，约14属。中国有9属，广布于除山东以外的20多个省（区），其中云南有8属，我们观察了9属21种孢子表面纹饰，结果见表1。

表1 中国蕨科孢子形态特征

Table 1 Spore morphology in the Sinopteridaceae

种 名	三列缝特征(μm)	孢壁纹饰	图版	凭证标本
Cryptogramma stelleri	明显突出, 臂长 17.9, 唇宽 1.6	圆顶疣状	I_A	Kato 1666
Onychium tenuifrons	明显突出, 臂长 15.4, 唇宽 1.5	疣状具赤道环	I_B	Kato 1444
O. japonicum	明显突出臂长 19.1, 唇宽 1.5	疣状具赤道环	I_C	Iwatsuki 1538
O. japonicum var. *lucidum*	明显突出, 臂长 20.4, 唇宽 1.4	疣状具赤道环	I_D	Kato 96
O. contiguum	明显突出臂长 30.9, 唇宽 1.8	疣状具赤道环	I_E	Kato 2012
Notholaena sinuata	明显突出, 臂长 27.5, 唇宽 3.8	明显皱纹	I_F	Iwatsuki 3265
N. grayi		皱纹	I_G	Iwatsuki 1324
Cheilosoria hancockii	不明显, 臂长 31.5	网纹	I_H	Kato 36
Pellaea nitidula	不明显, 臂长 29.1	密网纹	I_I	Kato 1509
P. mairei	不明显, 臂长 11.9	密网纹	I_J	Iwatsuki 142
P. flexuosa	不明显, 臂长 12.9	密网纹	II_k	Kato 1478
Doryopteris ludens	不明显, 臂长 16.3	刺状纹	I_L	李延辉 02986
Sinoteris albofusca	明显, 臂长 21.8, 唇宽 5.5	鸡冠状网纹	II_M	Iwatsuki 271
Aleritopteris likiangensis	明显, 裂缝线型	鸡冠状网纹	II_N	Kato 1150
A. psendofarinosa	明显, 线状唇, 臂长 15.5	鸡冠状网纹	II_O	Kato 38
A. veitchii	明显, 线状唇, 臂长 17.3	鸡冠状网纹	II_P	Kato 2127
A. anceps	明显	鸡冠状网纹	II_Q	Kato 2179
A. platychlamys	明显, 裂缝线型, 臂长 15.5	鸡冠状网纹	II_R	Kato 2074
A. gresia	明显, 臂长 21.9	鸡冠状网纹	II_S	Kato 1278
Leptolepidium dalhousiae	明显突出, 臂长 19.1, 唇宽 3.3	颗粒状纹	II_T	Iwatsuki 1443
L. subvillosum	明显突出, 唇宽 3.6	颗粒状纹	II_U	Kato 2073

中国蕨科孢壁纹饰作为分属标准之一是较为可靠的。本文观察了不同产地的 *Cheilosoria hancockii* 孢子的SEM形态，丽江（H_1）、大理（H）和昆明（H_2）孢子壁纹饰均为错综索状物随机融合为网状，其上有稀疏颗粒。但它们的孢子大小不同，分别是46.6×48.1 μm，（单位下同），45.4×47.2和42.3×43.4。不同海拔高度采集的同种孢子结果与上相同，如图版Ⅰ：H_1 采集于海拔2 400～2 500 m的丽江，H_3 为2 600～2 650 m海拔高度采集的。*Sinopteris albofusca* 孢子的成熟度不同，孢子形态及纹饰相近似，如黄色孢子（图版Ⅱ：M_2）、黄褐色孢子（图版Ⅱ：M_1）和褐色孢子（图版Ⅱ：M），孢壁纹饰均为鸡冠-网状纹饰，鸡冠瓣上有大小不等小孔，未成熟孢子（黄色和黄褐色）孢壁颗粒沉积物较多，随孢子成熟（褐色）而脱落。植株叶片形态变异不影响孢壁纹饰，如 *Leptolepidium subvilosum* 的小羽片有卵状

披针形、叶尖变圆类型和 1 片小羽片同时存在上述情况以及同一羽轴存在以上两种情况，但它们孢子的孢壁纹饰均为颗粒状纹（图版Ⅱ：U, $U_{1\sim3}$），差异仅表现在周壁表面颗粒大小、稀密和 3 裂缝唇的宽窄上。以上说明孢子孢壁纹饰是一稳定的遗传性状，可结合植株形态特征作为属水平系统分类鉴别标准和研究进化途径的依据。

中国蕨科各属检索表

1. 孢子不具周壁
  2. 孢子外壁表面具疣状纹饰，有赤道环 ………… **Onychium**
  2. 孢子外壁表面具疣状纹饰，无赤道环 ………… **Cryoptogramma**
1. 孢子具周壁，周壁易脱落
  3. 孢壁呈颗粒状或褶皱
    4. 孢壁具颗粒状纹 ………… **Leptolepidium**
    4. 孢壁具明显或不明显褶皱 ………… **Notholaena**
  3. 孢壁具索及索融合成网状结构，或刺状及鸡冠状纹饰
    5. 孢壁具网状纹饰
      6. 孢壁具索及索融合成的网眼稀 ………… **Cheildsoria**
      6. 孢壁具索及索融合成的网眼密 ………… **Pellaea**
    5. 孢壁具刺状或鸡冠状纹饰
      7. 孢壁具刺状纹饰 ………… **Doryopteris**
      7. 孢壁具鸡冠状纹饰
        8. 鸡冠瓣的边缘较平滑 ………… **Sinopteris**
        8. 鸡冠瓣的边缘为锯齿状或波状 ………… **Aleuritopteris**

Warren（1974）认为在种和属的水平上弄清进化上的亲缘关系，孢子外壁纹饰是最有价值的资料之一，并且根据前人工作介绍了孢子结构的进化趋势。他指出：孢子外壁纹饰为鸡冠状，或皱纹状是原始类型；具小刺的、或瘤状饰、或平坦的是次生的；赤道结构明显的是次生的。根据本实验的 SEM 资料和形态解剖及分类资料，我们对中国蕨科 9 属间的进化趋势作尝试性探讨，可能的进化路线见图 1：

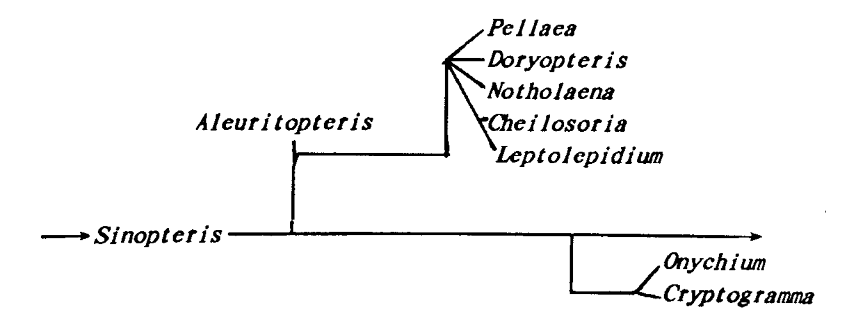


图 1　中国蕨科 9 属间可能的进化关系

Fig. 1　The possible relationships of the various genera of the Sinopteridaceae

Leptolepidium 单独为一属是有争议的，有人主张并入 *Aleuritopteris*。我们的试验资料表明：二者孢

子外壁纹饰有明显区别，*Leptolepidium* 孢子外壁纹饰为颗粒状纹，三裂缝明显，唇宽 3.3 μm，而我们观察了 *Aleuritopteris* 6 个种，均为网状纹饰，种间差异表现在网眼大小和组成网的瓣为波状纹或齿状纹，三裂缝为线型等。根据这些资料，我们认为 *Leptopidium* 单独列为一属较为合适。

致谢 本文实验在日本东京大学理学系小石川植物园做的，工作期间得到岩槻规邦男、加藤雅启、邑田仁等的帮助。

参 考 文 献

邢公侠，吴兆洪，武素功，1990. 中国植物志, 3 卷 5 册. 北京：科学出版社，97～173

武素功，1981. 中国粉背蕨属的研究. 植物分类学报，**19**(1): 57～74

秦仁昌，1988. 秦仁昌论文选. 北京：科学出版社，292～303

Irwing W Knobloch, Gordon C Spink, Jon C Fulfs, 1971. Preliminary scanning electron microscope observation on the relief of the spore wall of some Cheilanthoid ferns. *Grana,* **11:** 23～26

Morbelli M A, Michelena I G, 1989. Palynological analysis of Cheilanthes species (Adiantaceses–pteridophyta) of northwestern Argentina. *Grana,* **28:** 295～304

Nayar B K, Santha Devi, 1967. Spore morphology of the pteridaceae Ⅱ. The Gymnogrammoid ferns. *Grana Palynologica,* **7:** 2～3

Nayar B K, Santha Devi, 1968. Spore morphology of the pteridaceae Ⅳ. Taxonomic and phyletic considerations. *Grana Palynogica,* **8:** (2～3): 517～535

Rolla M Tryon, Alice F Tryon, 1982. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. New York: Springer–Verlag, 216～355

Santha Devi, Nayar, B K. Knobloch I W, 1971. Spore morphology of some American species of Cheilanthes and Notholaena. *Grana,* **11:** 27～35

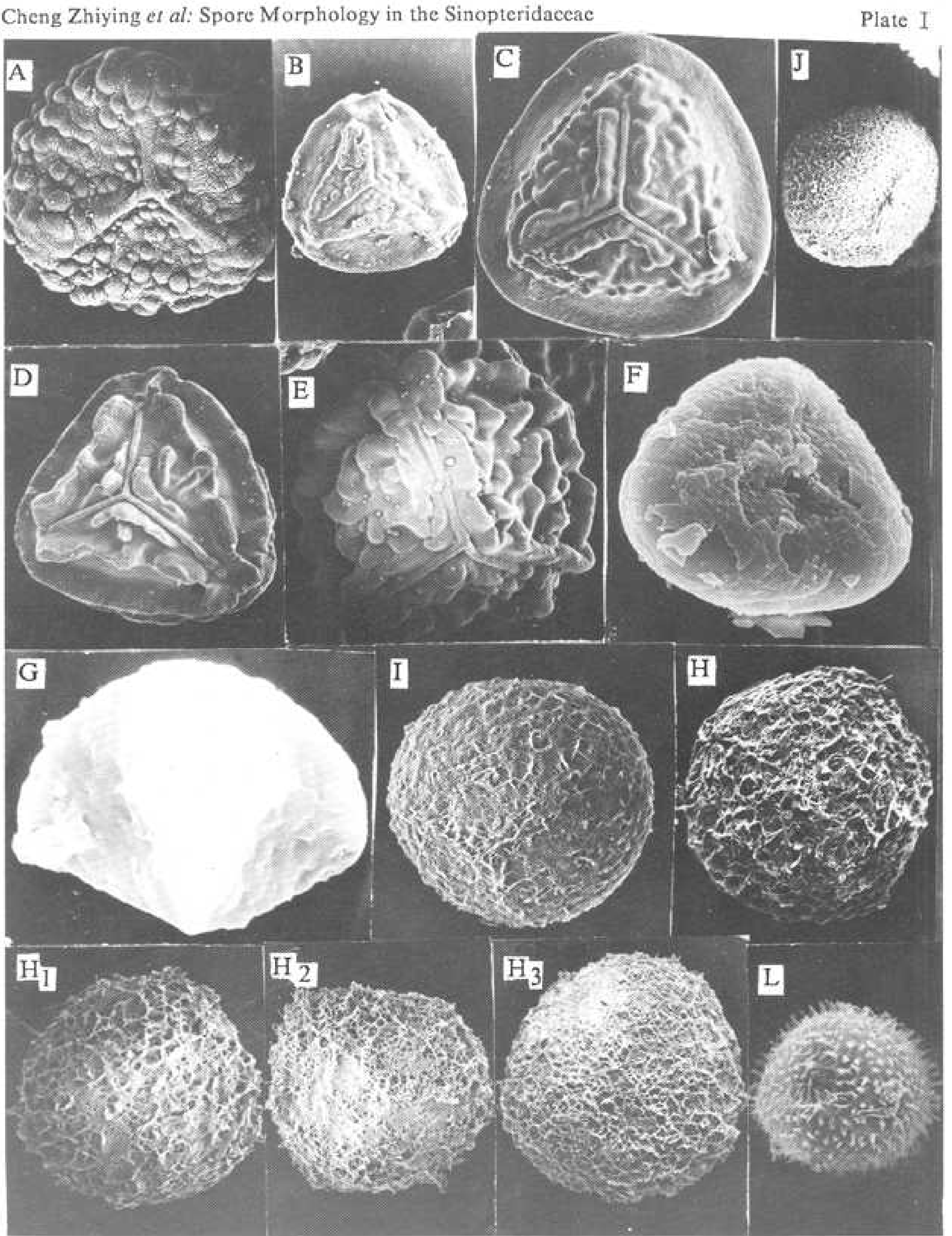
Tryon R M Jr, Alice F Trvon, 1984. Geography, spores and evolutionary relations in the Cheilanthoid ferns. Koeltz Scintific Books, 145～154

Warren H Wagner Jr, 1974. Structure of spores in relation to fern phylogeny. *Ann Missouri Bot Gard,* **61:** 332～353

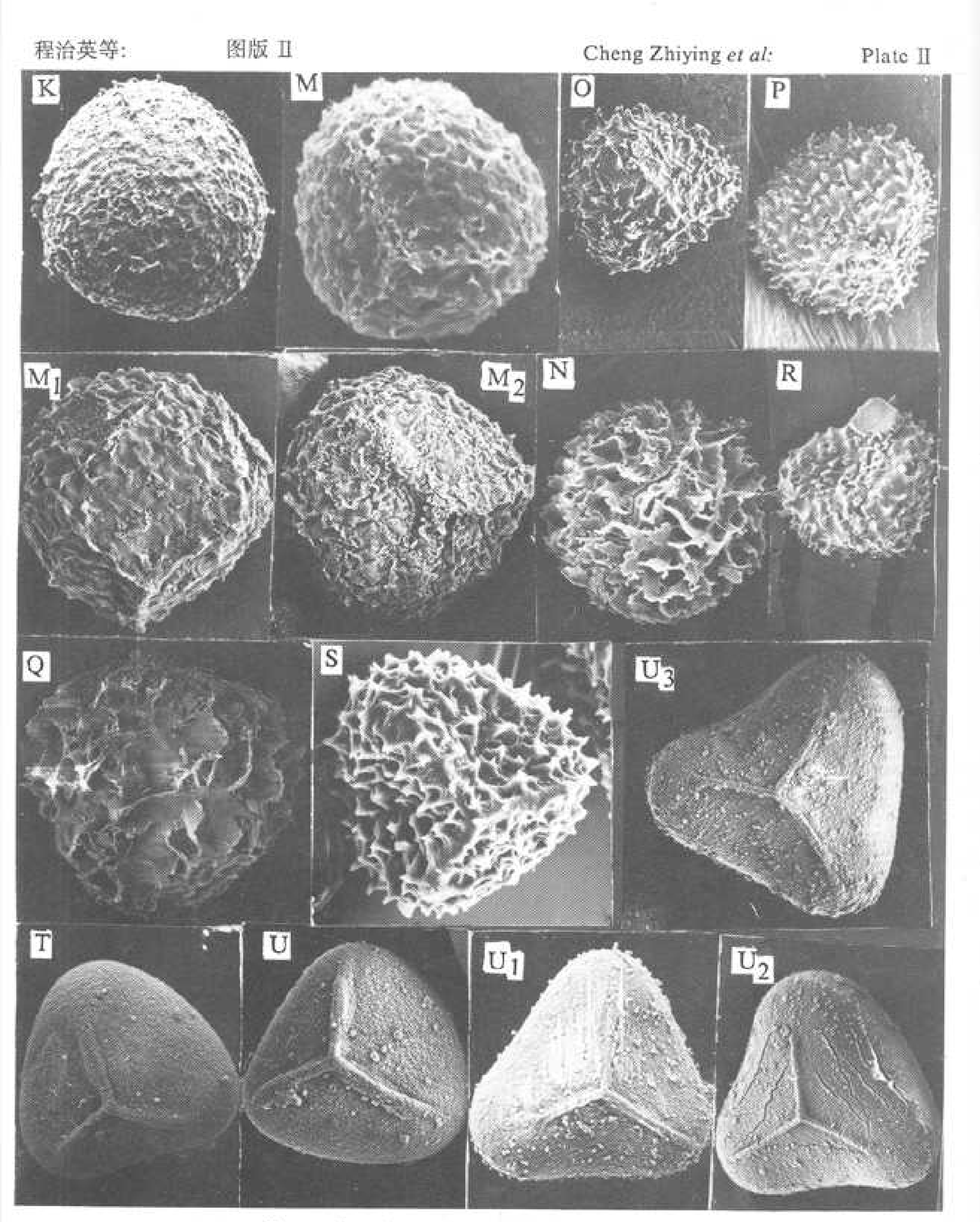
Explanation of plates

Plate Ⅰ: A. *Cryptogramma stelleri*(Gmel.)Prantl, ×1 000; B. *Onychium tenuifrons* Ching, ×1 000; C. *O. japonicum* Kze, ×1500; D. *O. japonicum* var. *lucidum* Christ, ×1 000; E. *O. contiguum* Hope, ×1 000; F. *Notholaena sinuata* (Lag.) Kauy, ×1 000; G. *N. grayi* Davenp. ×3 000; H–H_3. *Cheilosoria hancockii* (Bak.) Ching et Shing, ×1 000; I. *Pellaea nitidule* (Hook.) Bak. ×1 000; J. *P. mairei* Brause, ×1 000; L. *Doryopteris ludens* (Wall. ex Hook.) J Sm, ×1 000;

Plate Ⅱ: K. *P. flexuosa* Link, ×1 000; M–M_2. *Sinopteris albofusca* (Bak.) Ching, ×1000; N. *Aleuritopteris likiangensis* Ching, ×1 000; O. *A. pseudofarinosa* Chingetet Wu S K, ×1 000; P. *A. veitchii* (Christ) Ching, ×1000; Q. *A. anceps* (Blanford) Panigrahi, ×1 000; R. *A. platychlamys* Ching, ×1 000; S. *A. grisea* (Blanford) Panigrahi, ×1 200; T. *Leptolepidium dalhousiae* (Hook.) Hsing et Wu S K, ×1 000; U–U_3. *L. subvillosum* (Book.) Hsing et Wu S K, (U_1×1 100; U, U_2, U_3×1 000.



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text